



Statkraft
REN ENERGI

PROSJEKTRAPPORT MED KU

**Søknad om konsesjon
for Austdøla kraftverk
(et O/U-prosjekt)**

**VEDLEGG 7:
Hydrologisk rapport**

Til: Statkraft Energi
Fra: Norconsult AS v/ Jon Olav Stranden
Dato: 2014-04-11

Austdøla kraftverk - underlag for konsesjonssøknad

I dette notatet er det gitt underlagsinformasjon for hydrologisk grunnlag og konsekvenser for overflatehydrologi for planlagte Austdøla kraftverk, Ulvik i Hordaland. Anlegget skal utnytte restvannføring nedstrøms eksisterende reguleringsmagasin for Lang-Sima kraftverk. Dette hydrologiunderlaget skal inngå som del av en søknad som dokumenterer teknisk plan og konsekvenser.

Tekst og figurer er tatt inn ut i fra de momentene som NVE normalt krever i forbindelse med dokumentasjon av hydrologi-delen for utbygging av småkraftverk. Hydrologi-skjema er utarbeidet separat.

Hydrologi og tilsig (tekst under hydrologi i teknisk del av søknad)

Feltkarakteristika til planlagt inntak og til aktuelle sammenligningsserier er vist i Tabell 1. Feltarealet er beregnet til 8,3 km², som utgjør ca. 9 % av naturlig felt. Feltet til Øvre Austdalsvatn ble overført til Sima kraftverk i 1980. Kart over nedbørfeltet til Austdøla inntak er vist i Figur 1.

Det nærliggende vannmerket 51.2 Austdalsvatn øvre inngår i kalibreringsgrunnlaget for NVEs avrenningskart, slik at avrenningskartet i så måte skulle gi realistiske verdier også for Austdøla. Observerte tilsigsverdier ved flere vannmerker i området vist i Tabell 1, indikerer likevel at avrenningskartet 1961-90 later til å gi vesentlig for høye verdier for restfeltet i Austdøla og ved vannmerket Osseter. Serien i Austdøla har imidlertid kun ett hydrologisk dataår og er således usikker, mens 51.3 Osseter har 20 år, og med brukbar vannføringskurve. Serien Austdalsvatn øvre har uregulerte data fra perioden 1945-1979 og har brukbar vannføringskurve på moderate og høye vannføringer. Siden Austdalsvatn øvre har registrert vannføring like oppstrøms planlagt inntak velges det å legge verdier fra NVEs avrenningskart 1961-90 til grunn. Merk likevel at usikkerheten i avrenningskartet varierer mye over korte avstander i området, og er generelt stor.

NVEs avrenningskart 1961-90 gir et tilsig for planlagt inntak på 86,3 l/(s*km²) som svarer til 0,716 m³/s eller 22,6 Mm³/år.

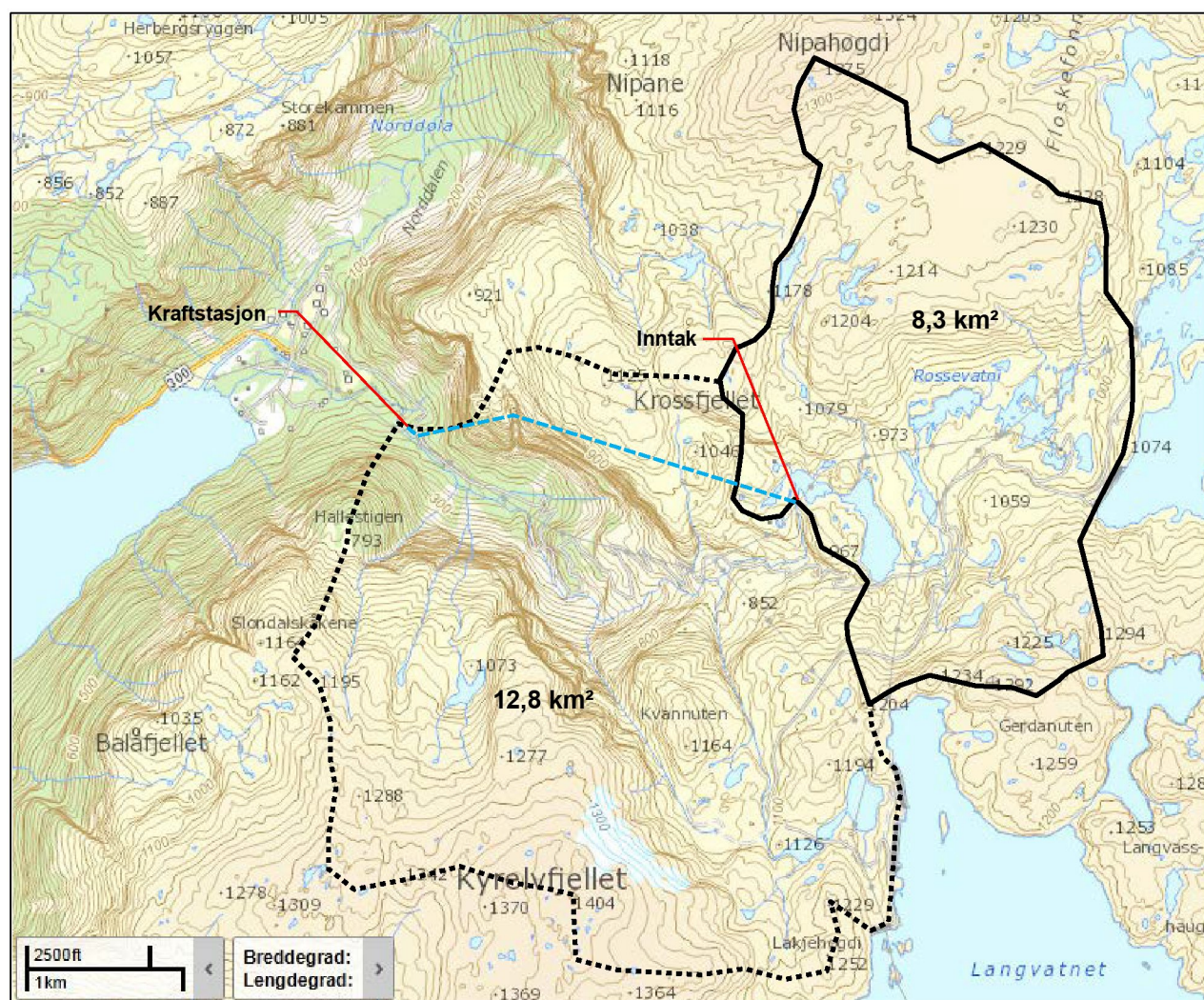
Feltstørrelse, høydefordeling og beliggenhet skulle tilsi at 51.3 Osseter er en god sammenligningsserie, men ulempen med denne er at den har relativt stor andel breavrenning. Slondalsvatn er også et nærliggende felt, men varighetskurven for dette vannmerket viser at feltet har relativt høye vannføringer på moderate og lave nivåer. Dette skyldes i hovedsak kombinasjonen av store høydeforskjeller og høy effektiv sjøprosent. Vannmerket Austdalsvatn øvre har imidlertid en varighetskurve som minner mer om et mindre felt med raske vannføringsvariasjoner, med høye flommer og lave lavvannføringer. Før regulering var nemlig overflatearealet til vannet vesentlig mindre. Denne serien er derfor lagt til grunn som tilløpsserie, skaleringsfaktoren blir 0,1065. Serien mangler data i 1976, slik at dataperioden er på 36 år. Merk at sommertilsgit vil være noe overestimert og vintertilsgit noe underestimert ved bruk av denne sammenligningsserien.

Resulterende varighetskurve, volumtapskurver, år-år-variasjon i vannføringen og sesongvariasjon i tilløpet til magasinet er vist i Figur 2-Figur 4.

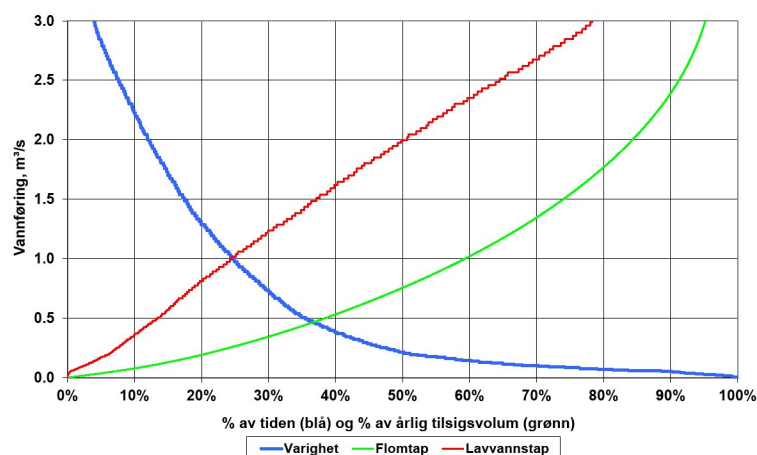
Tabell 1 Nøkkeldata (tall i parentes er i % av NVEs avrenningskart 1961-90).

	Areal mm ²	Eff.sjø %	Høyde (min-med-max)	Bre %	Skog %	NVE61-90 l/(s*km ²)	Obs.* l/(s*km ²)	Periode
Austdøla inntak	8.3	2.7	903-1090-1370	0	0	86.3	-	-
Totalfelt kraftstasjon	21.1	0.4	170-1400	1.0	4	74.6	-	-
50.1 Hølen	231.4	2	123-1277-1686	0.3	2	53.3	55.4 (104%)	1961-2013
51.2 Austdalsvatn øvre	81.9	0.65	1040-1242-1578	2.3	0	90.6	95.1 (105%)	1945-1979
51.3 Osseter	26.5	1.7	519-1281-1584	8.1	1	84.4	66 (78%)	1961-1980
51.18 Austdøla	21.1	0.4	170-1400	1.0	4	67.0	47.5 (71%)	2009-2010
62.14 Slondalsvatn	41.9	2.7	752-1211-1602	1.9	2	71.8	81.8 (114%)	1984-2013
72.1 Klevevatn	109.3	2.4	959-1334-1761	5.7	7	66.6	66.6 (100%)	1935-1948

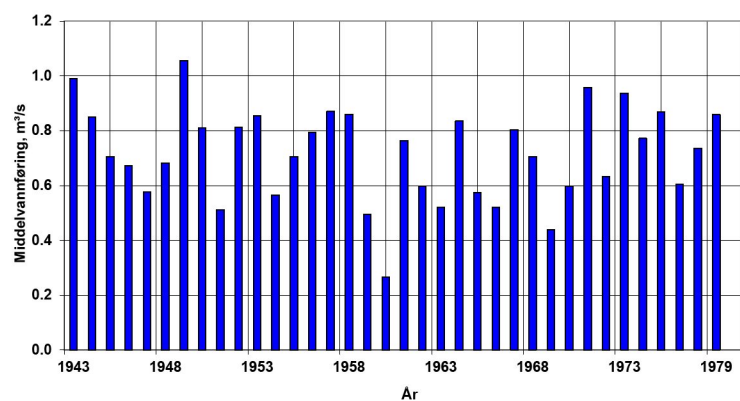
*Estimert for perioden 1984-2013.



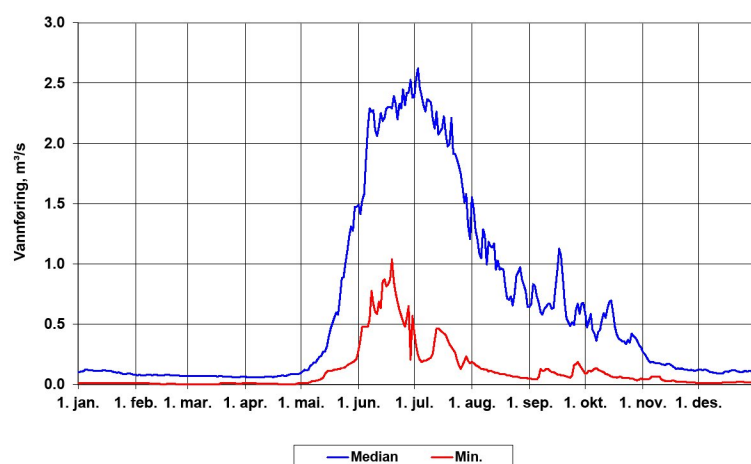
Figur 1 Kart over nedbørfelt og restfelt Austdøla kraftverk.



Figur 2 Varighetskurve og kurver for vanntap i lavvann og flom.



Figur 3 År-år-variasjon i vannføringen.



Figur 4 Normal sesongvariasjon i vannføringen.

Karakteristiske lavvannføringer

I Tabell 2 er det listet lavvannføringer beregnet for de uregulerte sammenligningsvannmerkene i Tabell 1. Siden seriene representerer vidt ulike tidsperioder, er alle verdiene skalert for å referere til den lengst mulige dataperioden 1923-2013 ved hjelp av observerte data ved 50.1 Hølen. Det er relativt liten variasjon i lavvannføringene ved vannmerkene i området, og generelt er verdiene beregnet fra lavvannskartet (hvor effektiv sjøprosent for Austdøla inntak er korrigert til det korrekte for lokalfeltet, 2,7 %) på nivå med de observerte. Det virker likevel urealistisk at sommer 5-persentil for Austdøla skal være høyere enn for vannmerkene Hølen, Osseter, Austdalsvatn øvre og Klevevatn, som alle er vesentlig større felt (3,2-28 ganger feltstørrelsen), og alle også med en viss andel bre/ oversomrig snø, noe det ikke er i Austdøla-feltet. At Austdøla har en viss selvregulering, får liten betydning da feltet er lite, og selvreguleringen får liten effekt for de tørre periodene som dominerer 5-persentil-verdien.

Sommer 5-persentil for Austdøla settes derfor skjønnsmessig i nedre del av intervallet for observerte verdier ved nærliggende serier, til 11 l/(s*km²). Merk at lavvannføringene for vannmerket Slondalsvatn ligger generelt høyere enn for de andre seriene. Dette forklares av at reell selvregulering i Slondalsvatn er høyere enn det de fysiske feltkarakteristika skulle tilsi. Selv om forventet endring i fremtidig klima tilsier mer nedbør i dette området i fremtiden, er det ikke grunnlag i anerkjent klimaforskning for at dette skal gi høyere lavvannføringer. En studie fra Norge tyder på at det heller vil være en tendens til økning i varigheten av sommertørke i Vest-Norge med fremtidige modellerte klimaendringer¹.

Alminnelig lavvannføring og 5-persentil vinter beregnet med NVEs lavvannsapplikasjon virker hverken kunstig høye eller lave sammenlignet med de andre seriene, og verdiene fra lavvannskartet legges derfor til grunn for disse størrelsene. Lavvannføringene for Austdøla inntak blir da som vist i Tabell 3.

Tabell 2 Karakteristiske lavvannføringer.

	Areal km ²	Eff.sjø.%	Høyde (min-med-max)	Alm.lavvf. l/(s*km ²)	5-p. vinter l/(s*km ²)	5-p. sommer l/(s*km ²)
Austdøla inntak (lavv.kart)	8.3	2.7	903-1090-1370	2.6	2.3	15.7
50.1 Hølen	231.4	2.0	123-1277-1686	2.6	2.2	13.5
51.2 Austdalsvatn øvre	81.9	0.65	1040-1242-1578	3.4	2.0	14.9
51.3 Osseter	26.5	1.7	519-1281-1584	3.6	2.3	11.5
62.14 Slondalsvatn	41.9	2.7	752-1211-1602	3.6	3.9	20.2
72.1 Klevevatn	109.3	2.4	959-1334-1761	1.4	1.3	11.7

¹ Wong mfl. (2011). *Climate Change Effects on Spatiotemporal Patterns of Hydroclimatological Summer Droughts in Norway*. Water and Global change (Watch).

Tabell 3 Karakteristiske lavvannføringer Austdøla inntak.

	Areal km ²	Alm.lavvf. m ³ /s	5-p. vinter m ³ /s	5-p. sommer m ³ /s
Austdøla inntak	8.3	0.022	0.019	0.091

Modellforutsetninger

Beregning av vannføringer og vannstander er utført ved bruk av programvaren nMAG. HRV/ LRV i inntaksmagasinet er forutsatt til 912,0/ 904,0, som gir et regulert volum på ca. 1,6 Mm³. Det er lagt til grunn at magasinet tappes ned fra nyttår og ut april. I månedene juli til september skal vannstanden ikke være under ca. kote 907 for å opprettholde naturlig vannstands nivå i Austdølvatn i denne perioden. Senkning under kote 907 om sommeren skjer kun når dette er for å sikre minste vannføringen. Når vannstanden er på LRV, slippes tilsiget. Fra oktober fylles magasinet gradvis opp til nyttår. Slukeevnen i kraftverket er forutsatt til 1,5 m³/s, nedre slukeevne til 0,1 m³/s.

Konsekvenser av en utbygging for hydrologi

Uttak av vann til Austdøla kraftverk vil gi redusert vannføring på utbyggingsstrekningen, men overløp, lokalt tilsig og minste vannføring sikrer restvannføring på hele elvestrekningen. Minste vannføringen er foreslått til 0,091 m³/s i perioden 1.7-30.9 og 0,019 m³/s resten av året. Nedstrøms kraftstasjonen vil vintervannføringene øke sammenlignet med i dag, mens vannføringene på høsten går litt ned.

Dagens situasjon

Øvre Austdalsvatn oppstrøms planlagt inntak ble overført til Sima kraftverk i 1982. Tilsiget i nedbørfeltet ved planlagt inntak er i dag derfor bare ca. 9 % av det den naturlig var før overføring av vann til Sima kraftverk.

Det ligger mye snø i feltet om vinteren, 2-3 m er normalt. Uregulert tilsig i feltet preges derfor av høyt tilsig på grunn av snøsmelting fra midten av mai til august, med lavvannsperiode på vinteren. I september øker lavtryksaktiviteten inn mot Vestlandet, og normalt er det relativt store regnflommer i feltet på denne tiden av året som gir hyppige flomepisoder frem til snølegging. Snøen legger seg normalt i oktober-november.

De tre vannene som demmes sammen ved inntaket, hvor Austdølvatnet på kote 907 er det største, har i dag en liten, naturlig variasjon i vannstanden rundt normalvannstanden.

Etter utbygging

Vannføring like nedstrøms inntaket

I Figur 5-Figur 7 er det vist kurver for vannføring før og etter utbygging for et fuktig (1971), et middels (1968) og et tørt år (1960) like nedstrøms inntaket. Før-situasjonen refererer til dagens situasjon.

I normale og fuktige år vil det alltid være overløp over inntaksdammen i løpet av perioden juni-juli. Dette skjer når magasinet er fylt opp, og tilsiget er høyere enn kraftverkets slukeevne. Også ved større høstflommer vil det være overløp på inntaksdammen, men ellers vil slukeevnen og en viss buffer i inntaksmagasinet gi marginalt overløp. I disse periodene slippes minste vannføring fra dammen. Når vannføringen er på sitt laveste om vinteren, blir endringene i vannføring små mange år, ettersom minste vannføringen da er på nivå med naturlige vannføringer. Antall dager med overløp for de tre utvalgte årene er vist i Tabell 4. Restvannføringen her blir på 0,14 m³/s (20 % av dagens vannføring).

Tabell 4 Dager med overløp på inntaket (i tillegg til minstevannføring).

	Fuktig år	Middels år	Tørt år
Ant. dager med overløp på inntaket	46	42	0

Vannføring like oppstrøms kraftstasjonen

Like oppstrøms kraftstasjonen er det et uregulert restfelt på hele 12,8 km², slik at restvannføringen her blir på 1,0 m³/s, som svarer til 63 % av dagens vannføring. Her blir derfor endringene i vannføringen mindre enn oppe ved inntaket, se kurver for vannføring før og etter utbygging i Figur 8-Figur 10.

Vannføring like nedstrøms kraftstasjonen og vannstand i Austdølvatnet

Kurver for vannføring i de samme tre årene som ved inntaket er vist i Figur 11-Figur 13. Tilhørende vannstand i Austdølvatnet er vist i Figur 14-Figur 16.

Like nedstrøms kraftstasjonen blir vannføringen over året den samme som i dag (ca. 1,6 m³/s), og de generelle variasjonene i vannføringen blir også som i dag. På grunn av regulering av inntaksmagasinet endrer fordelingen av vannføringen seg imidlertid noe. Forskjellene fra i dag blir i hovedsak økt vintervannføring, og noe redusert vannføring i startfasen av snøsmeltingen og sent på høsten. Dette gjenspeiler seg i at vannstanden i inntaksmagasinet hhv. synker og stiger i de samme periodene. Merk at mot slutten av vinteren vil vannstanden i inntaksmagasinet synke raskere, dersom det legges til grunn konstant tapping. Dette skyldes at overflatearealet til inntaksmagasinet blir lite ned mot LRV.

I normale og fuktige år blir vannstanden i juni-august høyere i Austdølvatnet enn i dag, fordi kraftverkets kapasitet er lavere enn tilsiget. Vannstanden blir da liggende rundt HRV. På sensommeren fallet tilsiget under kapasiteten i kraftverket, og vannstanden senkes da ned mot kote 907. Dette gir også en liten økning i vannføringen i en kort periode på sensommeren. I tørre år vil vannstanden i Austdølvatn bli nær uendret på sommer og tidlig høst. Hensynet til opprettholdelse av minstevannføringen kan i tørre år gjøre at magasinivannstanden tas ned under kote 907 om sommeren.

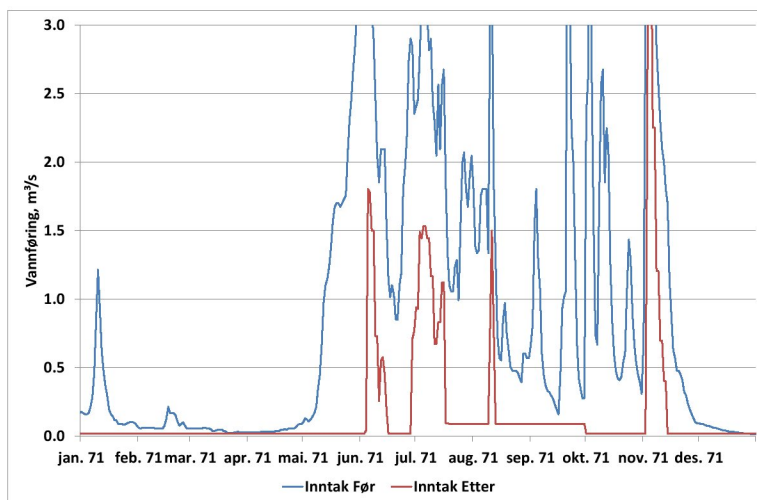
I de to tjernene som ligger nærmest inntaket, vil vannstanden gå generelt opp i forhold til i dag, og kun i korte perioder på slutten av vinteren vil vannstanden bli tilnærmet som i dag.

Flomforhold

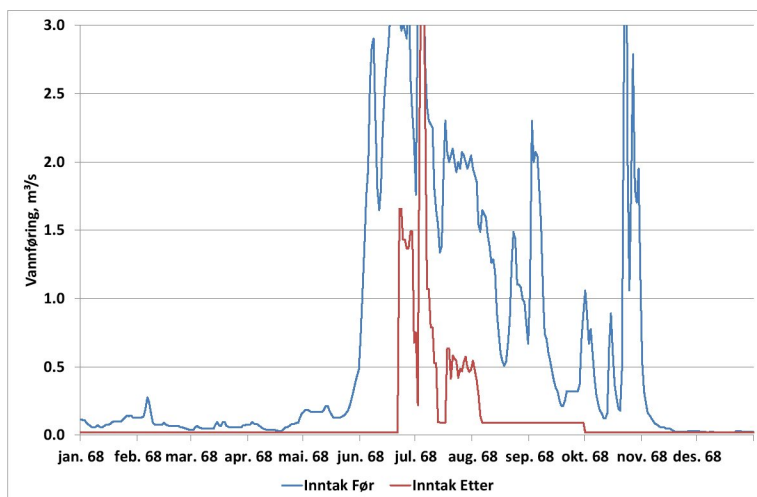
Flommene på utbyggingsstrekningen vil reduseres etter en utbygging, både fordi kraftverket vil kunne ta unna inntil 1,5 m³/s, samt at inntaksmagasinet vil kunne gi en viss dempning av kulminasjonsflommen under mindre flommer.

Før øvre Austdalsvatn ble overført til Sima kraftverk, var flommene ved planlagt inntaksplassering vesentlig større enn i dag. Uregulert (før 1980) var middelflommen og 10-årsflommen hhv. på ca. 53 og 74 m³/s (døgnmiddelverdi). Tilsvarende flomstørrelser for lokalfeltet (dagens situasjon) forventes å være på om lag 6 og 8,5 m³/s. Etter en utbygging vil dermed full drift i kraftverket gi en reduksjon i middelflommen og 10-års døgnflom fra lokalfeltet på hhv. 25 % og 15-20 %. I tillegg vil det komme en viss effekt av dempning i inntaksbassenget, men denne effekten vil trolig være neglisjerbar under ekstremflommer.

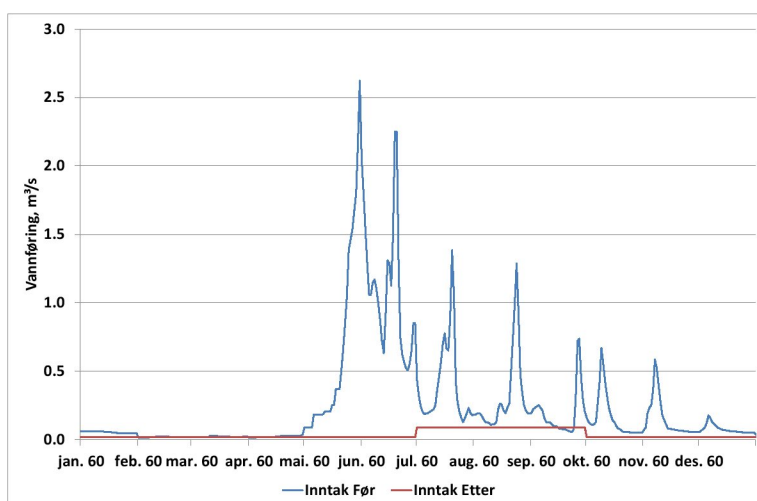
Det er ukjent hvor hyppig det kan forekomme flomoverløp fra dammen på øvre Austdalsvatn. Det må imidlertid påregnes at flommene vil bli betydelig større enn det som gjelder for lokalfeltet ved overløp fra øvre Austdalsvatn. Dimensjonering av inntaksdammen for Austdøla kraftverk må derfor trolig hensynta mulig flomoverløp fra øvre Austdalsvatn.



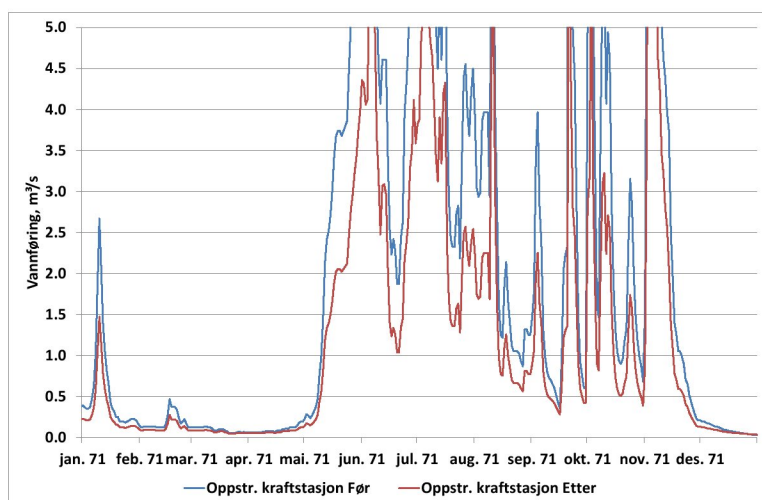
Figur 5 Vannføring like nedstrøms inntaket. Fuktig år.



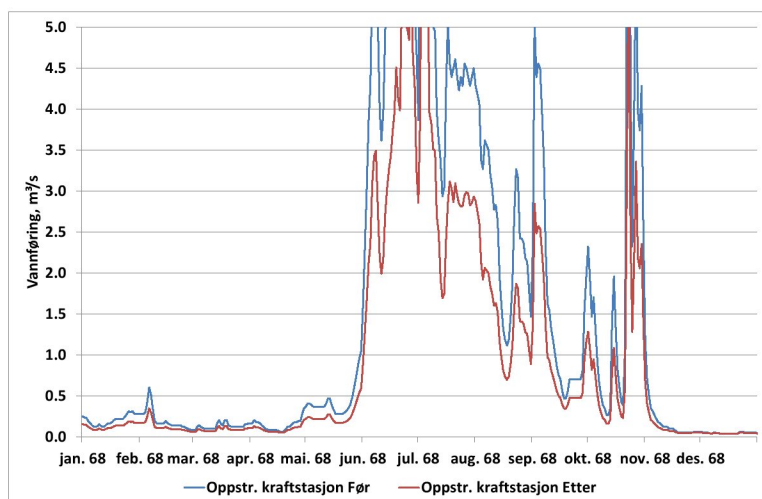
Figur 6 Vannføring like nedstrøms inntaket. Middels år.



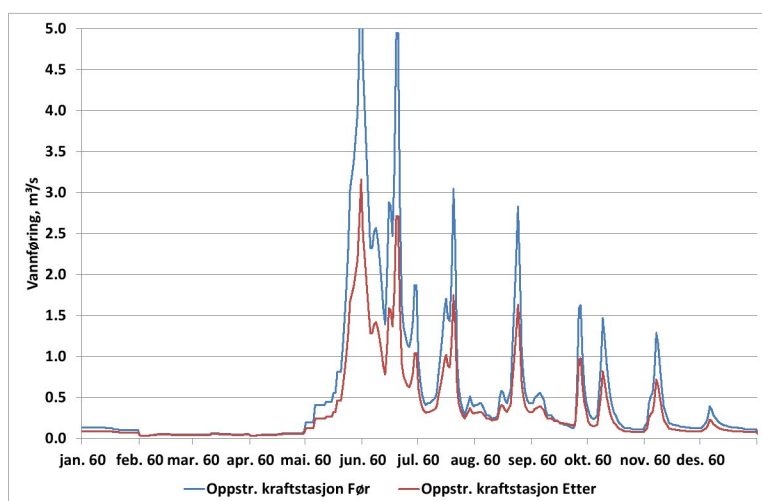
Figur 7 Vannføring like nedstrøms inntaket. Tørt år.



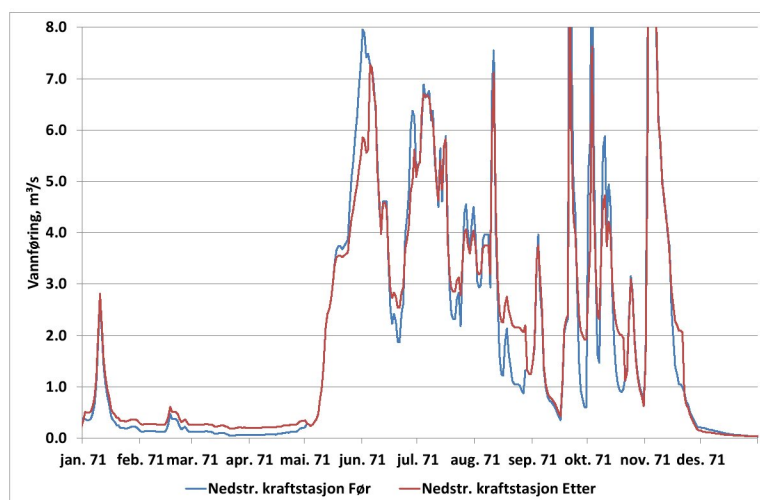
Figur 8 Vannføring like oppstrøms avløp kraftstasjon. Fuktig år.



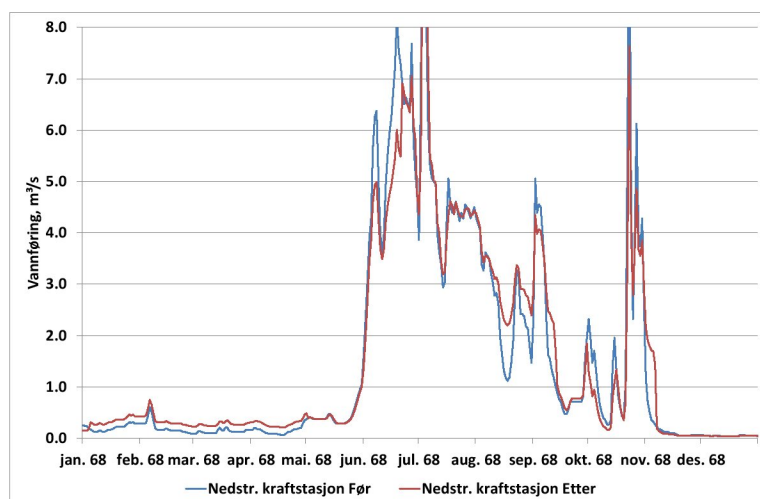
Figur 9 Vannføring like oppstrøms avløp kraftstasjon. Middels år.



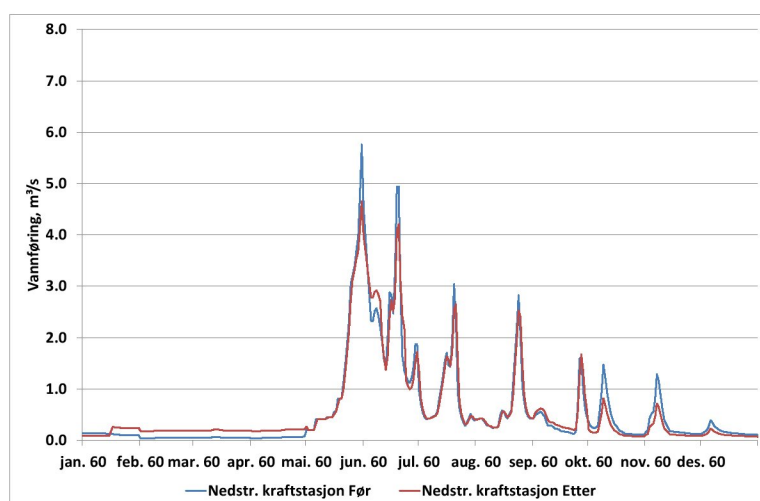
Figur 10 Vannføring like oppstrøms avløp kraftstasjon. Tørt år.



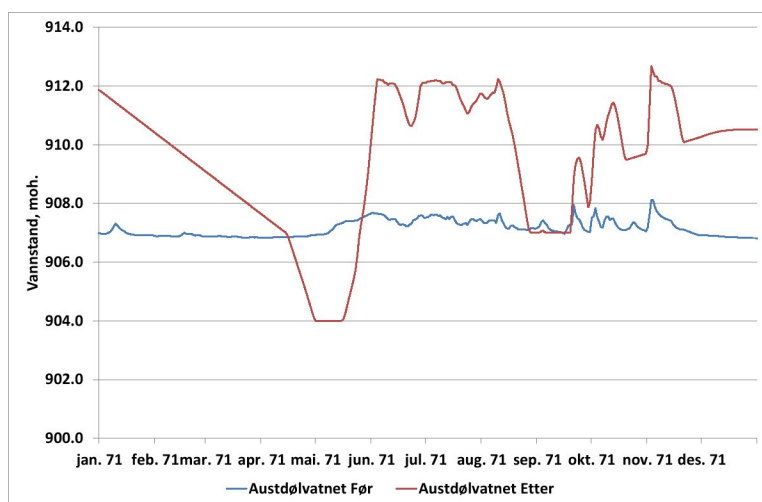
Figur 11 Vannføring like nedstrøms avløp kraftstasjon. Fuktig år.



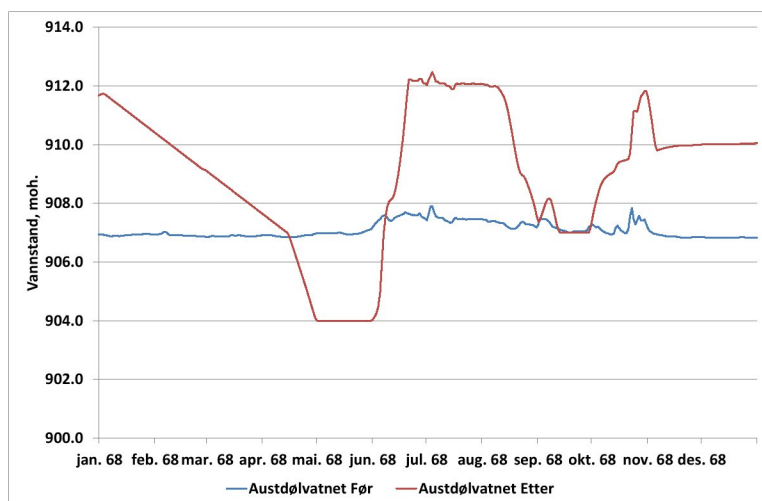
Figur 12 Vannføring like nedstrøms avløp kraftstasjon. Middels år.



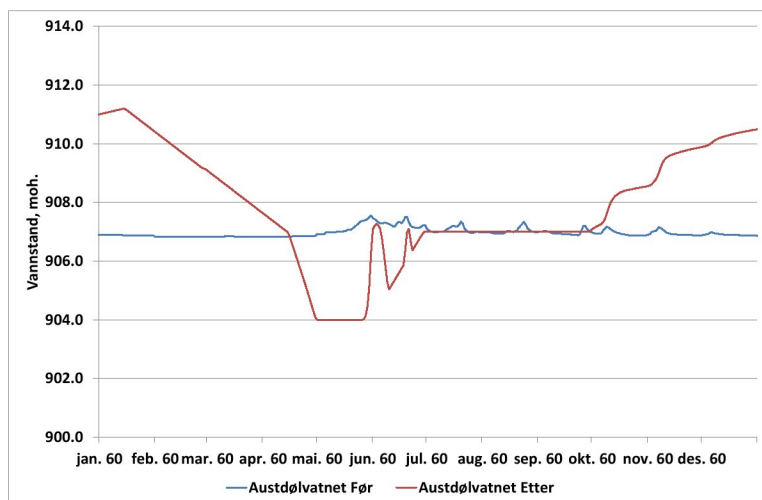
Figur 13 Vannføring like nedstrøms avløp kraftstasjon. Tørt år.



Figur 14 Vannstand i Austdølvatnet før og etter en utbygging. Fuktig år.



Figur 15 Vannstand i Austdølvatnet før og etter en utbygging. Middels år.



Figur 16 Vannstand i Austdølvatnet før og etter en utbygging. Tørt år.



Statkraft
REN ENERGI